

Pasivní domy

Neprůvzdušnost Zkoušky kvality

Vzduchotěsná obálka „od hlavy k patě“

Dokonalé vyřešení a realizace vzduchotěsné obálky budovy je jedním ze základních pilířů pasivního domu. Nepotřebnému „větrání“ spárami a netěsnostmi se v pasivním domě snažíme vyvarovat a nahradit jej větracím systémem s vysoce účinnou rekuperací tepla. Jak praxe ukázala, je zapotřebí profesionálního přístupu při plánování i provedení spojitě vzduchotěsné vrstvy. Případné šetření či nedbalost může způsobit větší tepelné ztráty, kondenzaci vlhkosti v konstrukcích a následně pak vznik poruch a nižší životnost staveb.



Obr.1 Neprůvzdušnost zajišťuje spojitá vzduchotěsná vrstva, která musí být precizně vyhotovena. Veškeré napojení konstrukcí a stavební otvory jsou utěsněny speciálními páskami. Kromě tepelných ztrát tato vrstva chrání konstrukce před vlivem vlhkosti, která se šíří přes netěsnosti.

Základní požadavky na průvzdušnost

Celkovou průvzdušnost obvodového pláště budovy stanovuje norma jako hodnotu n_{50} [h^{-1}] celkové intenzity výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa. Čím menší je tato hodnota, tím je

větší vzduchotěsnost stavby. Pro pasivní dům s nuceným větráním se zpětným získáváním tepla je hraniční hodnota $n_{50,N} = 0,6 \text{ h}^{-1}$. Za 1 hodinu se tedy v budově nesmí vyměnit více vzduchu než 60% celkového objemu budovy při stejnoměrném tlaku (podtlaku nebo přetlaku) 50 Pa, což přibližně odpovídá tlaku vznikajícímu při síle větru asi 9 m/s.

Hodnota n_{50} se určuje experimentálně měřením dvěma metodami: při výstavbě po dokončení vzduchotěsnících opatření nebo v době používání budovy. Zásadní je měření neprůvzdušnosti během výstavby, nalezené netěsnosti se pak dají hned na místě odstranit a zabrání se tak jejich překrytí a následně zdlouhavé lokalizaci.

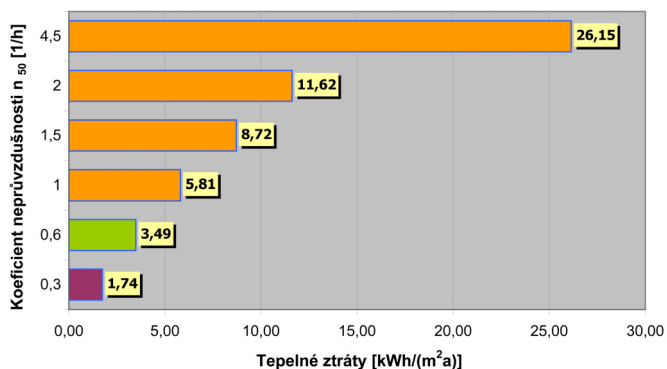
Větrání v budově	$n_{50,N}$ [h^{-1}]
Přirozené	4,5
Nucené	1,5
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0
Nucené se zpětným získáváním tepla v pasivních domech	0,6

Tab.1 Porovnání hodnot koeficientu n_{50} v závislosti na rozdílném způsobu větrání dle ČSN 73 0540-2.

Průvzdušnost domu = tepelné ztráty

Vysoká průvzdušnost obálky budovy pochopitelně vede také k vyšším tepelným ztrátám, které během projektování budovy zpravidla nejsou zohledněny. Skutečné energeticko – tepelné vlastnosti budovy mohou být někdy výrazně horší než navrhované a v krajním případě může dojít k poddimenzování otopné soustavy. Ve výpočtech se rovněž uvažuje s více faktory ovlivňujícími konečné hodnoty ztrát, jako expozice budovy, množství fasád vystavené působení větru, výška budovy a jiné. Vliv hodnoty n_{50} na měrnou roční potřebu tepla ilustruje graf (obr.2). V

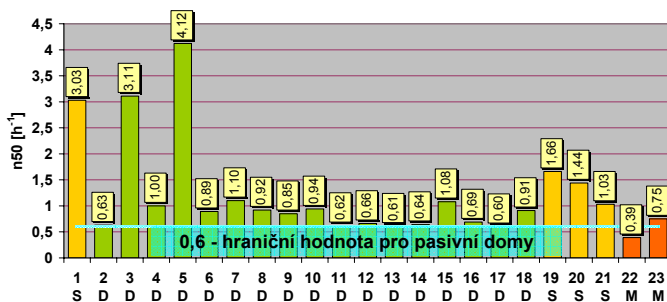
přibližných výpočtech byly použity střední hodnoty faktorů a velikost obytní plochy 100 m². Při hraniční hodnotě n₅₀ pro pasivní domy 0,6 h⁻¹ jsou ztráty asi 3,5 kWh/(m²a), což je při celkové měrné potřebě tepla na vytápění 15 kWh/(m²a) podstatná část. Pro porovnání běžná budova s přirozeným větráním s hodnotou n₅₀ = 4,5 h⁻¹ má roční ztráty infiltrací kolem 26 kWh/(m²a), což je více než 1,5 násobek měrné potřeby tepla na vytápění u pasivních domů. Je zřejmé, že zabezpečení neprůvzdušnosti je nutno věnovat náležitou pozornost.



Obr. 2 Vliv hodnoty n₅₀ na potřebu tepla na vytápění. Platí jednoduchá rovnice – čím vyšší průvzdušnost budovy, tím vyšší tepelné ztráty. U běžných novostaveb jsou tyto ztráty průvzdušností budovy dokonce větší než celková roční potřeba tepla na vytápění u pasivních domů. Zdroj: výpočtový program PHPP.

Statistika u nás a v Rakousku

Skutečnost, že v České Republice je vzduchotěsnost objektů poněkud zanedbávána potvrzuje i statistika měření Blower-door testem provedených u 23 domů, které byly navrhovány jako pasivní (obr.3).



Obr.3 Statistika měření neprůvzdušnosti v ČR. Vysvětlivky: S - smíšená konstrukce; D - dřevěná konstrukce; M - masivní konstrukce

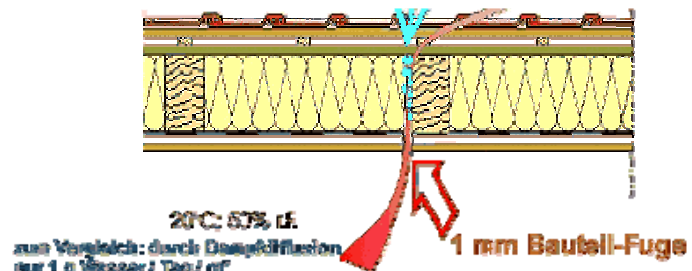
Ukázka toho, že zabezpečit kvalitní provedení vzduchotěsné vrstvy není tak jednoduché. Zdroj (2,3)

Některé z měřených domů překračují hraniční hodnotu n₅₀ ≤ 0,6 h⁻¹ několikanásobně a určitě se za pasivní považovat nedají. Jen dva domy splňují požadavek neprůvzdušnosti a několik je velice blízko. Měření domů 6 – 18 bylo provedené na souboru 13 pasivních domů v Českém ráji – Koberovy. Nedosažení požadované hodnoty lze připsat velikosti objektů, u malých objektů je větší poměr vzduchotěsné vrstvy ke vnitřnímu objemu. Na základě výsledků vyvstává doporučení věnovat zvláštní pozornost neprůvzdušnosti už ve fázi plánování a koordinovat

návrh i s ostatními profesemi (vzduchotechnika, instalace atd.). Obdobně je nutné postupovat i při realizaci - všechny zainteresované obeznámit s požadavky na neprůvzdušnost a zajistit kvalitní a častý stavební dozor.

Na porovnání je k dispozici Rakouská statistika vzduchotěsnosti. Provedena byla u 383 pasivních domů s celkovým průměrem n₅₀ = 0,43 h⁻¹ (1,71 h⁻¹ v ČR), přičemž jen 30 měřených objektů bylo nad hraniční hodnotou n₅₀ ≤ 0,6 h⁻¹ (a jen pět z nich mělo n₅₀ ≥ 1 h⁻¹).

Riziko šíření vlhkosti



Obr.4 Problematické místo v konstrukci: přes nekvalitně provedený detail může teplý vlhký vzduch proudit z interiéru do exteriéru. Na chladnějších částech konstrukce může pak dojít ke kondenzaci vodních par. Velká část poruch budov je způsobena právě tímto. Pomoci může pečlivě provedená vzduchotěsníci vrstva.

Typickými netěsnostmi může proudit teplý vzduch z interiéru do exteriéru a působit tak jako nositel vlhkosti. Tato skutečnost v každém případě není zanedbatelná. Vytváří se zde sifonový efekt, při kterém vzduch proudící spárou širokou 1 mm a dlouhou 1 m (při teplotě v interiéru 20°C a relativní vlhkosti 50 %) může denně z interiéru přenést kolem 360 g vody (ročně 10 – 15 kg vody) ve formě vodních par. To je několikanásobně více než při vlhkostním toku v důsledku difuze vodních par, a je prakticky nemožné, aby se takové množství účinně odpařilo (obr 4). Zpravidla se tyto páry hromadí ve vrstvách konstrukcí do nasákových materiálů a při teplotních rozdílech kondenzují na chladnějších místech, nebo rozhraních materiálů s různým difuzním odporem. Takové podmínky jsou ideální pro vznik plísní a hub, a mohou způsobit rozsáhlé škody na konstrukcích. Vznik plísní na straně interiéru je způsobeno zpravidla nasáknutím izolantu, u kterého se radikálně snižuje izolační schopnost. Vytváří se tím tepelný most a možnost kondenzace vlhkosti na vnitřním povrchu. Dřevěné konstrukce jsou náchylnější na vlhkost a už řádově za několik let mohou být značně ovlivněny jejich fyzikální vlastnosti až po totální destrukci. U masivních staveb je riziko menší, respektive poruchy se můžou projevit za delší čas. Především u střešních konstrukcí je výskyt netěsností častější, kvůli zhoršené dostupnosti a složitějších detailech přechodu konstrukcí.

Pečlivě provedená vzduchotěsníci vrstva tedy zlepšuje ochranu konstrukcí před vlhkem a zvyšuje tím životnost celé stavby. Kromě toho je zásadní i doporučení skladby konstrukcí s ohledem na difuzní odpor vrstev. Platí zásada, že směrem k exteriéru by se měl difuzní odpor zmenšovat, kvůli odvětrání vlhkosti. Vzduchotěsná vrstva musí být umístěna na vnitřní

straně konstrukce v první třetině tloušťky, kvůli tepelnému odporu a možné kondenzaci vodních par.

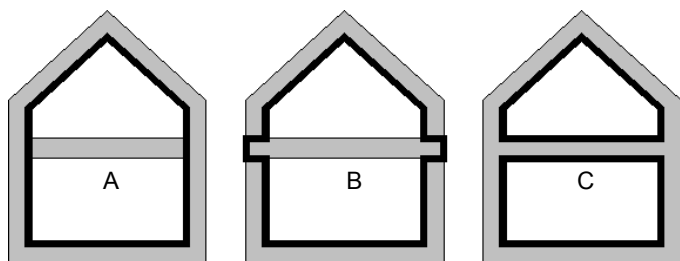
Jak na kvalitní utěsnění

Kvalitní návrh

Základem vysoké neprůvzdušnosti u pasivního domu je pečlivě propracovaný návrh s vyřešenými detaily a použitými materiály. Je vhodné dodržet několik zásad:

- návrh spojitě vzduchotěsné obálky bez přerušení
- volba vhodného vzduchotěsníčního materiálu a jeho korektní umístění ve skladbě konstrukce, kvalitních spojovacích a těsnících materiálů (lepící pásy, tmely atd.) kompatibilních se vzduchotěsnícím materiálem a s garantovanou funkcí (přilnavost, pružnost) po celou dobu životnosti konstrukce
- minimalizace prvků prostupujících vzduchotěsnou vrstvou – např. pomocí vedení rozvodů v instalačním prostoru
- identifikace problematických míst, vyřešení způsobu utěsnění a napojení vzduchotěsní vrstvy na ostatní konstrukce spolu s detailní dokumentací a návrhem použitých materiálů
- dokonalé utěsnění spojů navazujících a prostupujících prvků (okna, potrubí)

Při navrhování pasivních domů s ohledem na vzduchotěsnost je zapotřebí dbát i na další faktory, jako je expozice budovy vůči větru a tvarová členitost. Samotná expozice budovy nemá vliv na její neprůvzdušnost, ale na množství vyměněného vzduchu v objektu netěsnostmi a s tím spojené tepelné ztráty. Různá expozice budovy znamená rozdílný tlak větru. Doporučuje se umísťovat domy na závětrná místa, nebo umístit větrolamy z návětrné strany. **Jednoduchý tvar domu** bez komplikovaných detailů nepochybně znamená při realizaci **méně potenciálních netěsností**.



Obr.5 Různá řešení průběhu vzduchotěsné vrstvy v detailu obvodová stěna /vnitřní strop: A – utěsnění prostupu trámů, B – „obalení“ trámů, C – samostatně utěsněné prostory.

Různé druhy konstrukce vyžadují specifický přístup při navrhování a provedení vzduchotěsní vrstvy. Je proto klíčové již ve fázi plánování podrobně vypracovat celkový koncept vzduchotěsnosti zahrnující veškeré napojení ke konstrukčním prvkům, jejich přechodům a utěsnění otvorů (prostupů instalací). Všechny detaily je nezbytně jasné vyřešit a popsát.

Vhodné materiály pro vzduchotěsníci vrstvu

U **masivních konstrukcí** plní funkci vzduchotěsníci vrstvy vnitřní omítka bez prasklin, která musí být provedena spojitě na

všech obvodových stěnách. Samotná zděná stavba má totiž značnou průdušnost přes mezery v maltě. Omítnuté musí být i stropy, nebo v případě monolitických stropů vzduchotěsně napojené na obvodové zdi. Je ovšem důležité zajistit dokonalé utěsnění vedení instalací, jejich vyústek (použit vzduchotěsné zásuvkové krabice, vypínače) a dalších prostupů jako kotvící prvky a jiné. V případě viditelné vnitřní zděné konstrukce bez omítky je vzduchotěsnou vrstvou nutno umístit mezi interiérové zdivo a další vrstvou.

Vhodné: vzduchotěsné materiály	Nevhodné: netěsné materiály
<ul style="list-style-type: none"> • vnitřní omítka na zděné stavbě • folie (parozábrana) • armovaná lepenka • tvrdé a polotvrdé konstrukční desky na bázi dřeva např. OSB, MDF, DFF • beton se správným poměrem vody a dalších složek, zhužněný vibrováním a bez prasklin 	<ul style="list-style-type: none"> • samotná zděná stavba (spáry v maltě) • perforované folie • měkké dřevovláknité desky např. Hobra, Isoplat • příliš suchý beton (horší zhužněnání a spojitost) • příliš mokrá beton (vznik prasklin) • desky ze tvrdého polystyrenu • pero - drážkové bednění • sádkarton
Trvale těsné spoje	Spoje dočasně těsné, netěsné
<ul style="list-style-type: none"> • folie slepené butylkaučukovými páskami příp. i s dodatečným přitlačným laťováním • vzduchotěsné lepící pásy s akrylátovou vrstvou • vhodná manžeta (průchodka) pro instalační prostupy 	<ul style="list-style-type: none"> • izolační pásy, papírové pásy, balící apod. • přelepování masivních konstrukcí bez primeru (adhezivního impregnačního nátěru) • spáry vyplněny silikonovým tmelem • PUR montážní pěna • folie bez slepení přesahů

Vzduchotěsnost u **dřevostaveb** je zabezpečena pomocí konstrukčních desek na bázi dřeva – nejčastěji OSB (dřevoštěpkové desky), MDF (dřevovláknité tvrdé), nebo plastové folie - parozábrany. Které z nich použít – desky nebo folie? Desky na bázi dřeva se používají nejčastěji, a to ve vyhotovení na pero a drážku se spojí tmelenými trvale plastickým tmelem a přelepené páskami. Výhoda oproti foliím tkví ve spojení vzduchotěsní schopnosti se současným zavětrováním konstrukce. Tím vzniká velice tuhá kompozitní stavba. Nevýhodou folií je také jejich menší odolnost vůči propíchnutí nebo proříznutí (což se při stavbě často stává), dále nutnost napojování na podložených místech a eventuální přitlačné laťování. Vzduchotěsníci vrstva se umísťuje na vnitřní straně konstrukce za instalačním prostorem, v případě jednovrstvé skladby na vnitřní straně stěn. Instalační prostor o malé tloušťce (asi 50 mm) má hned několik výhod: zmenšuje počet prostupů vedení vzduchotěsníci vrstvou (elektrika, voda a jiné), při provádění instalací se snižuje nebezpečí poškození dokončené vzduchotěsníci vrstvy.

Utěsnění oken a jiných stavebních otvorů je v každém případě zapotřebí věnovat náležitou pozornost. Připojovací spáry výplní otvorů jsou velmi citlivým místem, protože jejich tloušťka je malá, ale požadavky na ně jsou přibližně stejné jako na ostatní obvodové konstrukce. Klíčem ke kvalitně vyhotovené montážní spáře je správný výběr materiálů, jejich skladba a detailní projektová dokumentace. Jednoduché utěsnění PUR pěnou v žádném případě není dostatečné, zejména po ořezání expandovaných přebytků. Má otevřenou buněčnou strukturu a za vzduchotěsnou tedy považována být nemůže. Kromě toho je nasáková a není po expandování tvarově přizpůsobivá (při pohybech stavebních prvků vznikají neizolované mezery s přímým prouděním vlhkého vzduchu). Použité materiály by měly splňovat požadavky vysoké odolnosti vůči průchodu vody (pro většinu budov je dostačující při tlaku 600 Pa), schopnost vyrovnávat tvarové nerovnosti různé tloušťky spár a dilatační pohyby. Co se týče skladby je vhodné se držet zásady „těsněji uvnitř než venku“, tedy pro vnitřní stranu vybírat materiály s větší vzduchotěsností a parotěsností a směrem k vnější straně volit materiály prodyšnější, kvůli možnosti odvětrání i vysušování spár a zabránění následné kondenzaci vodní páry. Pro tento účel jsou vhodné jsou předkomprimované pásky, provazce nebo speciální silikonové tmely (u masivních staveb s primerem). Těsnící pásky nebo folie pro utěsnění oken se vyrábějí ve mnoha vyhotoveních pro interiér i exteriér (s rozličným difuzním odporem) a s možností např. přilepení páskou, tmelem tak i přichycení do omítky pomocí perlinky. Nabídka je velmi široká, takže lze vybrat správný výrobek pro libovolné řešení připojovací spáry okna a libovolný druh stěny a okna.



Obr.6 Důležité je používat výrobky přímo určené k zajištění vzduchotěsnosti – pásky, tmely, manžety atd.

Vzduchotěsné spoje

V současné době je značný výběr speciálních výrobků pro lepení, napojování, utěsňování vzduchotěsných vrstev z různých materiálů. Produkty pro účel vzduchotěsnosti mají garantovanou životnost, a je jimi možno dosáhnout prakticky nulové neprůvzdušnosti detailů. Rozličné vyhotovení těsnících materiálů umožňuje výrazně urychlit a zjednodušit utěsňování stavby. Výrobci parozábran mnohdy současně dodávají či alespoň doporučují vhodné pásky a doplňky pro jejich napojování. Výhodu tu mají ucelené těsnící systémy nabízející jednoduché řešení detailů i s mnoha užitečnými doplňky. O kombinaci různých lepících a spojovaných materiálů je vhodná porada s výrobcem o vhodnosti použití. Některé materiály mohou totiž vzájemně chemicky reagovat, popřípadě nevytvářejí trvale těsné spoje. Při používání těsnících materiálů je zapotřebí řídit se montážními postupy doporučenými výrobcem. **Přítlačování pásek je důležité věnovat pozornost.** Doporučuje se použít

speciálních válečků nebo je obzvláště precizně přitlačovat, protože pevnost spojů je takřka přímo úměrná tlaku při spojování. Mezi netěsné spoje se totiž po určitém čase může dostat prach a nečistoty. Následné netěsnosti vzniklé nepřilnutím pásek se složitě lokalizují obzvláště po dokončení dalších vrstev konstrukce.

Lepící pásky s menším difuzním odporem se používají pro lepení difuzních folií pro exteriér. Pásky s vysokým difuzním odporem jsou určeny k slepování parozábran z plastových folií a přelepování styků mezi konstrukčními deskami. K dispozici je sortiment různých šířek s různými doplňky např. záplatami pro opravy lokálních defektů.

Speciální pásky a folie pro napojení plastových folií na jiné konstrukční prvky se vyrábějí ve mnoha variantách s lepidlem nalepeným celoplošně nebo v prouzcích, na jedné straně nebo na líci i na rubu, s možností napojení do omítky – s perlinkou, nebo pro lepení pomocí tmelu.

Pružné pásky pro utěsnění prostupů umožňují bezproblémové napojení fólie nebo jiné vrstvy na kolmo prostupující prvek bez použití manžet. Díky značné elasticitě pásek jsou vhodné zejména pro velké prostupující prvky kruhového a obdélníkového průřezu (např. potrubí vzduchotechniky). Lepící vrstva může být nanášena na jedné straně pásky nebo se používají lepidla na bázi syntetických kaučuků a pryskyřic. Výhodou je, že po spolehlivém obemknutí prostupujícího prvku je možné pásku roztáhnout, aby současně naplocho přilnula k parozábraně. Lepit je možné i na silikátové materiály, popřípadě s použitím primeru (adhezivního nátěru).

Těsnící manžety a průchodky potrubí se používají pro parotěsné a vzduchotěsné uzavření otvorů s prostupem prvků kruhového průřezu. K dispozici jsou různé průměry manžet, ale používají se především u prostupů s menším průměrem, kde je nevhodné použití pružných pásek (např. u kabelů a tenčích potrubí jako vodovody, rozvody vytápění atd.). Manžety jsou vestavěny do samolepících pásek, což zjednodušuje jejich použití.

Vzduchotěsné elektroinstalační krabice a vypínače se používají u konstrukcí, kde instalace z nějakého důvodu nezle umístit do instalačního prostoru, případně instalace prostupují vzduchotěsnou vrstvou (omítkou u masivních staveb). Instalační krabice jsou vyrobeny ze vzduchotěsného plastu a kabelové otvory jsou vzduchotěsně řešeny.

Čím dřív, tím lépe: kontrola neprůvzdušnosti

Nezbytnou součástí zajištění kvality pasivních domů je test neprůvzdušnosti, a to ve správný čas. Je naprosto nutné zabezpečit tento test v průběhu výstavby po dokončení vzduchotěsní vrstvy. Včas se tím odhalí defekty a netěsnosti a jejich náprava bude jednodušší a levnější.

Určení průvzdušnosti budovy se provádí měření metodou tlakového spádu např. pomocí Blower Door testu. Princip je jednoduchý: ventilátor umístěný ve vhodném otvoru v obvodové stěně vytváří v budově tlakový rozdíl (podtlak nebo přetlak) a měřením objemového toku u ventilátoru vyhodnocovací jednot-

ka vypočte průměrnou hodnotu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa. Všechny stavební otvory, instalační otvory a prostupy musí být během měření důsledně utěsněny, aby nedocházelo ke zkresleným výsledkům. Jedná se zejména o okna, přípojky vzduchotechniky, kanalizace, vody zdroje tepla a elektroinstalací. Výsledná hodnota je pak považována za intenzitu výměny vzduchu přes funkční spáry a netěsnosti.

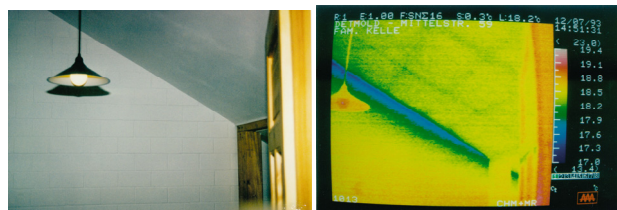
Měřicí aparatura se skládá z výkonného ventilátoru, čidel na měření objemového toku vzduchu a vyhodnocovací jednotky. Pomocí napínací plachty se ventilátor vzduchotěsně umístí do vhodného otvoru (obr.) a nainstalují se přístroje pro měření tlakového rozdílu a objemového toku. Otáčky ventilátoru se nastaví tak aby se vytvořil konstantní tlakový rozdíl, a pak se změří objemový tok vzduchu procházejícího ventilátorem. Měření se opakuje při různých úrovních tlakového rozdílu v rozsahu přibližně 20 až 80 Pa. Řídící jednotka obsahující přenosný počítač a speciální software řídí a kontroluje celý průběh měření, které pak okamžitě vyhodnocuje.

Lokalizace netěsností



Obr.7 Měření neprůvzdušnosti je nezbytnou součástí realizace a zajištění kvality pasivních domů. Po dokončení vzduchotěsníci vrstvy je nutné provést měření, aby odhalené netěsnosti mohly být včas opraveny.

Součástí měření bývá také lokalizace netěsných míst a to zejména v případě neuspokojivých výsledků testu. Ty vznikají hlavně v místech spojů různých konstrukcí, v okolí stavebních otvorů a pod. Po vytvoření podtlaku k detekci pak slouží např. ruční anemometr – přístroj na měření okamžité rychlosti proudění vzduchu, řadu cenných informací může přinést taky termovizní snímkování. Mnohdy je možné lokalizovat netěsnosti i pomocí našich smyslových orgánů např. dlaní, které jsou na

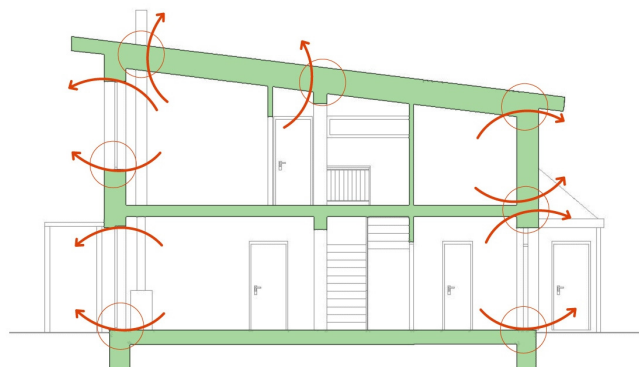


Obr.7 Ochlazované místo ve styku obvodové stěny se střešní konstrukcí způsobeno nesprávným napojením vzduchotěsné vrstvy. Termovizní snímkování může být taky nápomocné při odhalování netěsností.

pohyb vzduchu velmi citlivé. Pro zjištění proudění vzduchu složitějšími detaily, se může využít sledování pohybu barevného kouře vytvářeného za přetlaku. Tato metoda se používá nejméně, ale je názorná, což je v některých případech velkou výhodou. Utěsňování nalezených netěsností probíhá hned na místě až do fáze uspokojivého výsledku Blower-door testu.

Nejčastější místa a příčiny vzniku netěsností

Původ vzniků netěsností může být různý – v plánovací fázi zanedbáním případně nedořešením návrhu neprůvzdušnosti, nebo ve fázi realizace stavby nedodržením doporučených postupů, použitých vzduchotěsnících a lepicích materiálů, případně zhoršenou dostupností míst nebo nezvládnutím koordinace jednotlivých profesí. Jedná se hlavně o místa napojení konstrukcí: střecha na obvodovou zeď v místě pozednice, detaily v okolí trámů a vazníků (většinou zhoršená dostupnost), v místě uložení stropu, napojení vnitřních zdí na obvodovou stěnu, detaily kolem základů v místě napojení obvodové zdi a podlahy. Další problematická místa jsou stavební otvory (okna, dveře, přístupové dvířka) a veškeré prostupy vedením, přípojky zemního registru, vzduchotechniky a taky odvodů zplodin zdroje tepla, kanalizace a jiné.



Obr.8 Nejčastější místa vzniku netěsností. Jedná se především o místa napojení konstrukcí, kde vznikají problematicky utěsnitelné detaily.

Závěr a doporučení

Kvalitní vzduchotěsná obálka je nedílnou součástí pasivních domů a bez jejího precizního provedení prakticky není možné dosáhnout pasivního standardu. Komunikace projektanta a zainteresovaných profesí při navrhování a koordinace profesí zapojených do výstavby je nezbytná pro splnění tohoto cíle. Kvalitní vzduchotěsnou obálku pomůže dosáhnout:

- důsledný návrh
- kvalitní materiály
- precizní provedení
- měření neprůvzdušnosti v době, kdy je možnost opravy

Vzhledem k uvedeným rizikům se nejedná jen o formální záležitost vhodnou pro pasivní domy, ale značnou částí se podílí na celkové kvalitě a životnosti objektů.

Doporučená a použitá literatura

- [1] FEIST, W.: Lufdichte Projektierung von Passivhäusern, CEPHEUS – Projektinformation Nr. 7, Fachinformation PHI-1999/6, Passivhaus Institut, Darmstadt, 1999
- [2] NOVÁK, J.: Měření vzduchotěsnosti souboru energeticky pasivních domů v Koberovech – výsledky a zkušenosti, Sborník z konference Pasivní domy 2007, Brno 2007
- [3] www.substance.cz/n50
- [4] TYWONIAK, J.: Nízkoenergetické domy. Grada, 2005
- [5] NOVÁK, J.: Měření průvzdušnosti budov v ČR – výsledky a zkušenosti, Sborník z konference Pasivní domy 2006, Brno 2006
- [6] condetti & Co: Details im Holzhausbau, Kastner GmbH, Wolnzach 2000
- [7] ISOVER: Multi-Comfort House, Saint – Gobain Isover, 2007

Vydal:

Centrum pasivního domu, Údolní 33, 602 00 Brno, www.pasivnidomy.cz

Autoři textů: Jiří Cihlář, Juraj Hazucha,

© 2007 Centrum pasivního domu. Všechna práva vyhrazena

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracován v rámci

Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2007 – část A – PROGRAM EFEKT.